

FUEL CELL DEVICE AND OPERATING METHOD FOR THE SAME

(JP2002056883)

燃料電池装置、及び、燃料電池装置の運転方法

(JP2002056883)

PROBLEM TO BE SOLVED: To surely prevent leakage of fuel gas and increase of electric resistance due to a contact defective and to secure high safety, during the operation of a fuel cell.

SOLUTION: A fuel cell device 1 includes a power generating part 2 and a control center 10. Fuel cells FC1 to FC4 arranged in the power generating part 2 have stacks 20 for alternately laminating a plurality of unit cells UC and separators SP. The stack 20 is fastened by fastening volt V and fastening force by the fastening volt V is detected by a distortion gauge SG. The detected result by each distortion gauge SG is processed by a bridge box BB and an arithmetic processing unit PU and is outputted to an output device 9. The detected result by each distortion gauge SG is transmitted to a control computer CC of the control center 10 via a public telephone line PTL and is outputted to an output device 15 of the control center 10.

COPYRIGHT: (C)2002,JPO





Inventor: OMOTO SETSUO
KONDO MASAMI
FUJIKAWA KEIJI

Patent Assignee: MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES

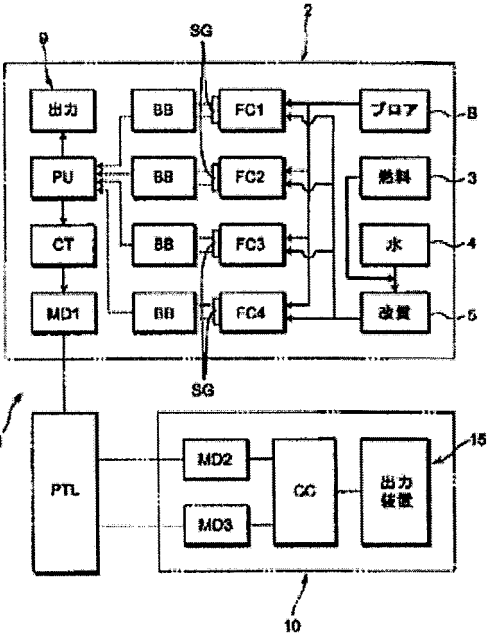
Orig. Applicant/Assignee: (A) MITSUBISHI HEAVY IND LTD

Patent Assignee History: (A) MITSUBISHI HEAVY IND LTD

FamPat family

Publication Number	Kind	Publication date	Links
JP2002056883	A	20020222	   
STG:	Doc. laid open to publ. inspec.		
AP :	2000JP-0243111 20000810		

Priority Nbr: 2000JP-0243111 20000810



©Questel

©Questel

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2002-56883

(P2002-56883A)

(43) 公開日 平成14年2月22日 (2002. 2. 22)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

サーチコード* (参考)

H 0 1 M 8/24

H 0 1 M 8/24

T 5 H 0 2 6

8/10

8/10

審査請求 未請求 請求項の数 6 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-243111(P2000-243111)

(22) 出願日 平成12年8月10日(2000. 8. 10)

(71) 出願人 000006208

三菱重工業株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番1号

(72) 発明者 大本 錦男

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号

三菱重工業株式会社広島研究所内

(72) 発明者 近藤 正実

広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号

三菱重工業株式会社広島研究所内

(74) 代理人 100089118

弁理士 酒井 宏明 (外1名)

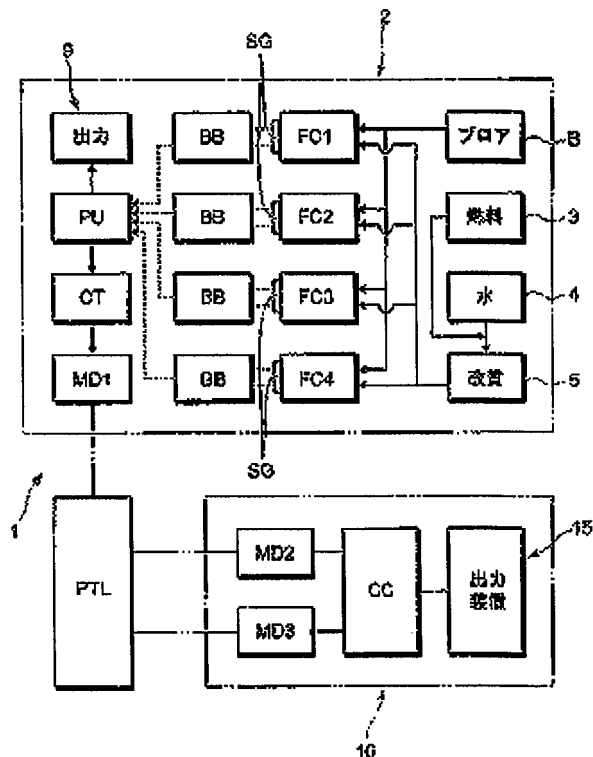
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池装置、及び、燃料電池装置の運転方法

(57) 【要約】

【課題】 燃料電池の作動中に、燃料ガス等の漏洩や接触不良等による電気抵抗の増大化を確実に防止し、安全性を高く確保することを目的とする。

【解決手段】 燃料電池装置1は、発電部2と管理センター10とを含み、発電部2に配置された燃料電池FC1~FC4は、単セルUCとセパレータSPとを交互に複数積層させたスタック20を有する。スタック20は、締付ボルトVによって締め付けられており、締付ボルトVによる締付力は、歪みゲージSGによって検出される。そして、各歪みゲージSGによる検出結果は、ブリッジボックスBB、演算処理部PUによって処理され、出力装置9に出力される。また、各歪みゲージSGによる検出結果は、公衆電話回線PTL等を介して管理センター10の管理コンピュータCCに送信され、管理センター10の出力装置15に出力される。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 アノードとカソードとの間に配置された高分子電解質を有する単セルとセパレータとを複数積層させた燃料電池を備え、前記各アノードと前記各カソードとで進行する電気化学反応によって電力を発生する燃料電池装置において、

前記各単セルと前記各セパレータとを組み合わせる積層させたスタックを締め付ける締付部材と、

前記締付部材による締付力を検出する締付力検出手段と、

前記締付力検出手段による検出結果を出力するための出力手段とを備えることを特徴とする燃料電池装置。

【請求項 2】 前記締付力検出手段の検出値が所定値以下になった際に、前記出力手段から所定の警告が発せられることを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池装置。

【請求項 3】 前記締付力検出手段の検出値を前記出力手段に送信するための通信手段を更に備えることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の燃料電池装置。

【請求項 4】 アノードとカソードとの間に配置された高分子電解質を有する単セルとセパレータとを複数積層させた燃料電池を備え、前記各アノードと前記各カソードとで進行する電気化学反応によって電力を発生する燃料電池装置の運転方法において、

前記各単セルと前記各セパレータとを組み合わせる積層させたスタックを締め付ける締付部材に、締付力を検出する締付力検出手段を設け、前記締付力検出手段による検出結果を出力手段に出力させることを特徴とする燃料電池装置の運転方法。

【請求項 5】 前記締付力検出手段の検出値が所定値以下になった際に、前記出力手段に所定の警告を出力させることを特徴とする請求項 4 に記載の燃料電池装置の運転方法。

【請求項 6】 前記締付力検出手段の検出値を前記出力手段に通信手段を介して送信することを特徴とする請求項 4 又は 5 に記載の燃料電池装置の運転方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

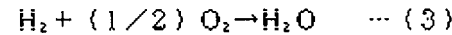
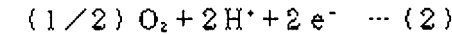
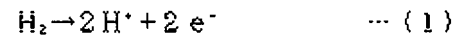
【発明の属する技術分野】本発明は、燃料電池装置、及び、その運転方法に関し、特に、高分子電解質を有する単セルとセパレータとを複数積層させたスタックを備える燃料電池によって電力を発生させる燃料電池装置、及び、その運転方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来から、アノードとカソードとの間に配置された電解質を有する燃料電池が知られている。この種の燃料電池は、電極活物質としての燃料ガス（アノード反応ガス）と酸化用ガス（カソード反応ガス）とを利用した電気化学反応によって発生する電気エネルギーを直接取り出すものであり、特に、低温の作動領域において高い発電効率を有する。従って、燃料電池を備えた発

電ユニットとしての燃料電池装置によれば、カルノー効率の制約を受ける熱機関と比較して、高い総合エネルギー効率を達成することが可能となり、また、電気化学反応に伴って発生する熱エネルギーの回収も容易である。

【0003】燃料電池の電極活物質、及び、電解質としては、水素、酸素、及び、プロトン伝導性電解質を用いるのが一般的である。この場合、アノードにおいて次の（1）式に、カソードにおいて（2）式に、それぞれ示す電極反応が進行し、全体として（3）式に示す全電池反応が進行して起電力が発生する。



【0004】このような電気化学反応によって電力を発生する燃料電池は、電極活物質、電解質、及び、作動温度等によって分類されるが、中でも、電解質として高分子電解質を用いた、いわゆる高分子電解質型燃料電池（PEFC）等は、小型軽量化が容易であることから、

家庭用発電ユニット（コジェネレーションシステム）や電気自動車等の移動車両等に適用する電源としての実用化が期待されている。高分子電解質型燃料電池では、プロトン伝導性を有する陽イオン交換膜（固体高分子電解質膜）等をアノードとカソードとの間に配置して単セルを構成する。また、ガス不透過の導電材料を薄板状に形成すると共に、その両面に燃料ガス又は酸化用ガスの流路となる溝を形成し、セパレータを構成する。更に、適宜シール材等を介して、単セルとセパレータとを交互に複数積層させる。そして、所定の締付ボルト等を用いて、これら単セルとセパレータとを一体に締め付け、スタックを構成する。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上述したような燃料電池装置を実用化するに際しては、次のような点に留意する必要がある。すなわち、燃料電池装置では、一般に、燃料電池に供給する燃料ガスとして水素含有ガスを用いることから、燃料ガスの漏洩防止に万全を期す必要がある。また、燃料電池装置の運転中、燃料電池（スタック）の作動温度は、負荷要求等に応じて、例えば 20℃（常温）～80℃（好適範囲をご教示下さい）程度の比較的広い範囲内で変化する。更に、場合によっては、燃料電池に振動や衝撃が作用することも考えられる。従って、燃料電池装置の運転中に、単セルとセパレータ等、各部材間の接触不良等に起因して電気抵抗が増大化してしまうことも考えられる。

【0006】そこで、本発明は、燃料電池の作動中に、燃料ガス等の漏洩や接触不良等による電気抵抗の増大化を極めて確実に防止可能であり、高い安全性を有する燃料電池装置、及び、その運転方法の提供を目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】請求項 1 に記載の本発明

による燃料電池装置は、アノードとカソードとの間に配置された高分子電解質を有する単セルとセパレータとを複数積層させた燃料電池を備え、各アノードと各カソードとで進行する電気化学反応によって電力を発生する燃料電池装置において、各単セルと各セパレータとを組み合わせさせて積層させたスタックを締め付ける締付部材と、締付部材による締付力を検出する締付力検出手段と、締付力検出手段による検出結果を出力するための出力手段とを備えることを特徴とする。

【0008】この燃料電池装置は、家庭用発電ユニットや移動車両等の電源として採用すると好適なものであり、単セルとセパレータとを複数積層させた燃料電池を備える。単セルは、アノードとカソードとの間に高分子電解質を配置したものである。また、セパレータは、例えば、薄板状に形成され、アノード側の面にアノード反応ガス（燃料ガス）を流通させるための流路を、カソード側の面にカソード反応ガス（酸化用ガス）を流通させるための流路を有する。各単セルと各セパレータとは、交互に複数積層され、締付ボルト、板ばね状の膜板、又は、皿ばねといった締付部材によって一体かつ強固に締め付けられ、スタックを構成する。

【0009】そして、燃料電池（各単セル）の各カソードには、改質装置等で生成される水素含有ガス等のアノード反応ガス（燃料ガス）が供給される。また、燃料電池のカソードには、プロパ等のカソード反応ガス供給装置によって空気等のカソード反応ガス（酸化用ガス）が供給される。これにより、アノードでアノード反応ガスが、カソードでカソード反応ガスがそれぞれ電気化学反応し、燃料電池全体では所定の全電池反応が進行して起電力が得られる。

【0010】ここで、このような燃料電池装置の運転中、燃料電池（スタック）の作動温度は、負荷要求等に応じて比較的広範囲にわたって変化し、また、燃料電池には、振動や衝撃が作用することも考えられる。このため、この燃料電池装置では、燃料ガスの漏洩や、接触不良等に起因する電気抵抗の増大化を防止する観点から、各単セルと各セパレータとを締め付ける締付部材に、締付力を検出する締付力検出手段が備えられている。締付力検出手段としては、例えば歪みゲージ等が用いられ、締付力検出手段による検出値は、適宜、信号変換手段等を介して出力手段に送られる。出力手段は、表示装置やスピーカ等の警報装置からなり、締付力検出手段による検出結果を出力する。

【0011】これにより、この燃料電池装置では、出力手段を介して、締付部材による締付力が低下することに起因して発生する単セル及びセパレータを始めとする各部材間の隙間や接触不良等を容易に監視可能となる。そして、これら隙間や接触不良等が許容範囲を超えた段階で、燃料電池装置の運転を停止し、各単セルと各セパレータとの再締付等、必要な対策を講じることができる。

この結果、この燃料電池装置によれば、燃料電池の作動中に、燃料ガス等の漏洩や接触不良等による電気抵抗の増大化を極めて確実に防止することが可能となり、運転中の安全性を良好に維持することができる。

【0012】また、締付力検出手段の検出値が所定値以下になった際に、出力手段から所定の警告が発せられると好ましい。

【0013】このような構成のもとでは、締付力検出手段の検出値が所定値以下になった際、すなわち、単セル及びセパレータを始めとする各部材間の隙間や接触不良が許容範囲を超えた際に、出力手段から所定の警告が発せられる。この場合、出力手段としてスピーカやアラームランプ等の発光手段を使用し、締付力検出手段の検出値が所定値以下になった際に、アラーム音を発生させたり、アラームランプを点滅させたりすると好ましい。これにより、出力手段に警告を出力させるための閾値を適宜設定しておけば、締付力の監視作業の省力化を図ることができる。

【0014】更に、締付力検出手段の検出値を出力手段に送信するための通信手段を更に備えると好ましい。

【0015】このような構成は、特に、家庭用発電ユニット等として用いられる定置型の燃料電池装置に好適なものである。この場合、燃料電池装置を構成する燃料電池（締付部材、締付力検出手段を含む）は、各家庭等に設置される一方、出力手段は、燃料電池の設置箇所とは別の管理センター（監視センター）等にも配置される。そして、燃料電池に対して設けられている締付力検出手段の検出値を示す信号は、有線又は無線方式の通信手段を介して、管理センター等の出力手段に送信される。これにより、燃料電池を利用した発電ユニット等を複数の箇所に分散配置させても、一の管理センター等において、各発電ユニットを構成する燃料電池の締付部材の締付力を集中管理することが可能となる。

【0016】請求項4に記載の本発明による燃料電池装置の運転方法は、アノードとカソードとの間に配置された高分子電解質を有する単セルとセパレータとを複数積層させた燃料電池を備え、各アノードと各カソードとで進行する電気化学反応によって電力を発生する燃料電池装置の運転方法において、各単セルと各セパレータとを組み合わせさせて積層させたスタックを締め付ける締付部材に、締付力を検出する締付力検出手段を設け、締付力検出手段による検出結果を出力手段に出力させることを特徴とする。

【0017】この場合、締付力検出手段の検出値が所定値以下になった際に、出力手段に所定の警告を出力させると好ましい。

【0018】また、締付力検出手段の検出値を出力手段に通信手段を介して送信すると好ましい。

【0019】

【発明の実施の形態】以下、図面を参照しながら本発明

による燃料電池装置、及び、燃料電池装置の運転方法の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0020】図1は、本発明による燃料電池装置を示す系統図である。同図に示す燃料電池装置1は、例えば、小型家庭用発電ユニットとして適用すると好適なものである。燃料電池装置1は、図1に示すように、固体高分子電解質型の燃料電池FC1、FC2、FC3、FC4を複数（本実施形態では、4体）備える発電部2と、管理センター10とを含む。発電部2は、例えば、複数の家庭等に配置され、自家発電等に用いられる。そして、10 発電部2の各燃料電池FC1～FC4の運転状況は、管理センター10で集中管理される。

【0021】発電部2に備えられている燃料電池FC1～FC4は、水素を含む燃料ガス（アノード反応ガス）と、酸化用ガスとしての空気（カソード反応ガス）とを利用した電気化学反応によって電気エネルギーを発生するものである。なお、燃料電池装置1に、直接メタノール型燃料電池（DMFC）を備えることも可能である。また、図1に示すように、発電部2は、燃料ガスを生成するための燃料供給部3、水供給部4、及び、改質器5を20 備える。

【0022】燃料供給部3は、燃料ガスを生成するための燃料であるメタノール等を貯留する燃料タンクや燃料ポンプ等（何れも図示せず）を有する。同様に、水供給部4は、燃料（メタノール）を改質する際に改質用溶媒として利用される水を貯留する水タンクや水ポンプ等（何れも図示せず）を有する。また、改質器5は、蒸発部、改質部、及び、選択酸化部等（何れも図示せず）を含む。燃料供給部3から供給されるメタノールと、水供給部4から供給される水とは、混合された後、蒸発部で30 気化させられる。そして、蒸発部で発生した混合蒸気は、Cu-Zn触媒等を備えた改質部で水蒸気改質され、更に、白金触媒等を備える選択酸化部で、ガス中の一酸化炭素が選択的に酸化される。このようにして、改質器5で生成された水素を含む燃料ガスは、各燃料電池FC1～FC4に供給される。

【0023】更に、発電部2には、カソード反応ガスとしての空気を各燃料電池FC1～FC4に供給するカソード反応ガス供給手段としてのブローアBが備えられている。このブローアBは、大気中の空気を吸込んで所定圧力40 まで昇圧させ、各燃料電池FC1～FC4に対して供給する。これにより、各燃料電池FC1～FC4には、圧縮されて所定温度（例えば、120℃程度）まで昇温した空気が供給されることになる。

【0024】図2は、発電部2に備えられている燃料電池FC1～FC4を示す斜視図である。また、図3は、燃料電池FC1～FC4の構成を説明するための断面図である。これらの図面に示すように、各燃料電池FC1～FC4は、単セルUCとセパレータSPとを交互に多数積層させたスタック20を有する。スタック20は、50

シール材21を介して、各単セルUCのアノードAと電気的に接続されるアノード集電板22と、各単セルUCのカソードCと電気的に接続されるカソード集電板23とによって挟持されている。また、アノード集電板22とカソード集電板23との外方には、絶縁板24が配置されている。更に、各絶縁板24の外方には、スタック締付板25を介してフランジ26、27が配置されている。

【0025】そして、各フランジ26、27は、図4に示すように、複数（本実施形態では、4本）の締付ボルト（締付部材）V及びナットNによって連結されると共に強固に締め付けられている。これにより、スタック20（各単セルUC及び各セパレータSP）、シール材21、アノード集電板22、カソード集電板23、絶縁板24、スタック締付板25、フランジ26、27が一体化される。締付ボルトVとナットNとを締結させる際には、図4において二点鎖線で示すように、例えば油圧式のボルトテンショナVTを利用し、各締付ボルトVに引張力を加えた状態で各ナットNを装着する。これにより、フランジ26、27の間に、所定の締付圧力を保持した状態で、スタック20等を配置可能となる。なお、スタック締付板25とフランジ27との間には、皿ばね等の弾性体28を配置すると好ましく、これにより、燃料電池FC1～FC4の温度上昇、温度降下によるスタック20の伸縮を吸収することができる。

【0026】また、燃料電池FC1～FC4は、カソード集電板23側に位置するスタック締付板25の左上コーナー部を貫通する燃料ガス入口29（アノード反応ガス入口）を有し、この燃料ガス入口29には、改質器5と連なる燃料ガス供給ラインが接続される。また、燃料電池FC1～FC4は、カソード集電板23側に位置するスタック締付板25の右上コーナー部を貫通する空気入口30（カソード反応ガス入口）を有し、この空気入口30には、ブローアBと連なる空気供給ラインが接続される。これにより、燃料ガス入口29から各単セルUCのアノードAに燃料ガスが流れ込み、空気入口30から各単セルUCのカソードCに酸化用ガスとしての空気が流れ込むことになる。

【0027】各単セルUCについて説明すると、図3に示すように、各単セルUCは、電解質膜EMをガス拡散電極であるアノードAとカソードCとの間に配置したものである。電解質膜EMは、例えばフッ素系樹脂等の固体高分子材料によって形成されており、湿潤状態で良好なイオン伝導性を示すイオン交換膜である。電解質膜を構成する固体高分子材料としては、ナフィオン膜（デュポン社製）のほか、パーフルオロカーボンスルホン酸樹脂、ポリサルホン樹脂、パーフルオロカルボン酸樹脂、スルホン酸基を有するポリスチレン系陽イオン交換樹脂、フルオロカーボンマトリックスとトリフルオロエチレンとのグラフト共重合樹脂、ポリエチレンスルホン

酸樹脂、及び、ポリビニルスルホン酸樹脂等を用いてもよい。

【0028】また、ガス拡散電極であるアノードA及びカソードCは、何れもガス拡散層と、ガス拡散層上に形成された反応層（触媒層）とからなる。ガス拡散層は、例えば、カーボンペーパー等からなる。このカーボンペーパーには、電気炉又はホットプレス等を用いた熱処理が施され、PTFE等を焼結させると共に界面活性剤を除去することにより反応層が形成される。また、反応層の表面には、電極触媒を構成する金属塩を含む溶液が塗布され、電気炉等で乾燥・熱分解させた後、水素還元等の処理が施される。これにより、アノードAとカソードCとが完成する。なお、アノードA及びカソードCは、カーボンフェルトや、炭素繊維からなるカーボクロス等を用いて構成してもよい。そして、上述したような構成を有するアノードA及びカソードCを、固体高分子材料からなる電解質膜EMに接合させることにより、単セルUCが完成する。

【0029】一方、単セルUCと共に、スタック20を構成するセパレータSPは、図3に示すように、1体の単セルUCに対して、アノードA側と、カソードC側とにそれぞれ1体ずつ装着される。セパレータSPは、例えば、カーボンを圧縮してガス不透過とした緻密質カーボンといったようなガス不透過の導電性部材により形成され、図5(a)及び図5(b)に示すように、矩形薄板状を呈する。ここで、図5(a)は、セパレータSPの表裏面のうち、アノードAと接する側の面（以下「アノード接触面」という）をアノードA側から見た平面図であり、図5(b)は、カソードCと接する側の面（以下「カソード接触面」という）をカソードC側から見た平面図である。

【0030】図5(a)及び図5(b)に示すように、セパレータSPの四隅には、側縁部に沿って延びる長穴状の開口部41、42、43、44が形成されている。また、セパレータSPのアノード接触面には、一端側が図5(a)中、右上の開口部41と連通し、他端側が図中左下の開口部43と連通するように、S字状に屈曲する複数の溝45が形成されている。更に、セパレータSPのカソード接触面には、一端側が図5(b)中、右上の開口部42と連通し、他端側が図中左下の開口部44と連通するように、S字状に屈曲する複数の溝46が形成されている。

【0031】このように構成されたセパレータSPと単セルUCとを多数積層させてスタック20を構成すると、各開口部41、42、43、44は、それぞれ1本の流路を形成する。また、各セパレータSPのアノード接触面に形成された各溝45は、各単セルUCのアノードAの表面とにより、燃料ガス流路47を画成する（図3参照）。更に、各セパレータSPのカソード接触面に形成された各溝46は、各単セルUCのカソードCの表

面とにより、空気流路48を画成する（図3参照）。そして、開口部41が形成する流路は、燃料ガス入口29と接続され、開口部42が形成する流路は、空気入口30と接続される。

【0032】これにより、改質器5で生成された燃料ガスは、燃料ガス入口29と、各セパレータSPの開口部41とを介して、各セパレータSPの各溝45とアノードAの表面とによって画成される燃料ガス流路47に流れ込む。そして、燃料ガスが燃料ガス流路47を流通すると、各アノードAで上記(1)式に示す反応が進行する。また、ブローアBから供給される酸化用ガスとしての空気は、空気入口30と、各セパレータSPの開口部42が形成する流路とを介して、各セパレータSPの各溝46とカソードCの表面とによって画成される空気流路48に流れ込む。そして、空気が空気流路48を流通すると、各カソードCで上記(2)式に示す反応が進行する。この結果、各単セルUCで上記(3)式に示す全電池反応が進行し、燃料電池FC1～FC4のアノード集電板22とカソード集電板23とから起電力を得ることができる。

【0033】また、燃料電池FC1～FC4のセパレータSPでは、燃料ガス流路47を画成する溝45と、空気流路48を画成する溝46とがS字状に屈曲させられている。従って、各単セルUCのアノードAに供給された燃料ガスは、S字状の燃料ガス流路47内を開口部41から開口部43に向けて規則的に進行し、燃料ガス流路47の途中におけるアノード反応サイトで消費されることになる。同様に、各単セルUCのカソードCに供給された空気は、S字状の空気流路48を開口部42から開口部44に向けて規則的に進行し、空気流路48の途中におけるカソード反応サイトで消費される。

【0034】これにより、燃料ガスと空気とは互いに逆方向かつ規則的に進行するので、電極反応の進行に伴う反応熱によって各アノードA及びカソードCに不均一な温度分布が生じてしまうことが効果的に抑制可能となる。この結果、燃料電池FC1～FC4内では、上記(1)式に示すアノード電極反応と上記(2)式に示すカソード電極反応とが良好に進行することになる。なお、燃料ガス流路47及び空気流路48はS字状のものに限られず、直線状等、他の形態の流路を画成するようにセパレータSPに溝45、46を形成してもよい。

【0035】燃料ガス流路47を流通しながらアノードAで反応した燃料ガスは、アノード排ガスとなり、各セパレータSPの開口部43が形成する流路に流れ込む。各セパレータSPの開口部43が形成する流路は、空気入口30の下方に配置されたアノード排ガス出口31（図2参照）に接続されている。また、空気流路48を流通しながらカソードCで反応した空気は、カソード排ガスとなり、各セパレータSPの開口部44が形成する流路に流れ込む。各セパレータSPの開口部44が形成

する流路は、燃料ガス入口29の下方に配置されたカソード排ガス出口32（図2参照）に接続されている。

【0036】燃料電池FC1～FC4のアノード排ガス出口31は、図示を省略するアノード排ガスラインを介して、改質器5の蒸発部に接続される。同様に、燃料電池FC1～FC4のカソード排ガス出口32も、図示を省略するカソード排ガスラインを介して、改質器5の蒸発部に接続される。そして、燃料電池FC1～FC4の各アノードAで生成されたアノード排ガスは、改質器5の蒸発部に設けられているバーナで燃料として、各カソードCで生成されたカソード排ガスは、酸化剤として再利用される。

【0037】また、このように構成された燃料電池FC1～FC4は、上記（1）式に示すアノード電極反応と上記（2）式に示すカソード電極反応とが進行するにつれて発熱する。従って、燃料電池FC1～FC4の作動を安定化させるためには、その作動温度を略一定に維持することが重要である。このため、燃料電池装置1には、冷却媒体循環ポンプやラジエータ等から構成される冷却系統（図示せず）が備えられている。また、燃料電池FC1～FC4は内部に冷却媒体を流通させることができるように構成されている。

【0038】燃料電池FC1～FC4の冷却構造について説明すると、図5（a）及び図5（b）に示すように、スタック20を構成する各セパレータSPには、開口部41と開口部44との間に異なる開口部49aが形成されている。同様に、開口部42と開口部43との間には、開口部49aと対向するように開口部49bが形成されている。このように形成された各セパレータSPの開口部49a、49bは、セパレータSPと単セルUCとを多数積層させてスタック20を構成した際に、それぞれ、1本の流路を形成する。そして、各開口部49aが形成する流路と、各開口部49bが形成する流路とは、アノード集電板22側に配置されているフランジ26の内部に形成されている図示しない流路を介して互いに連通し、冷却流路を形成する。

【0039】また、図2に示すように、燃料電池FC1～FC4のフランジ27側には、冷却媒体入口33が設けられており、この冷却媒体入口33は、上記各開口部49aが形成する流路に接続される。更に、燃料電池FC1～FC4のフランジ27側には、冷却媒体出口34が設けられており、この冷却媒体出口34は、上記各開口部49aが形成する流路に接続される。そして、冷却媒体入口33には、図示しない冷却媒体循環ポンプが接続される。また、冷却媒体出口34には、図示しない冷却媒体戻りラインが接続され、当該冷却媒体戻りラインは、図示しないラジエータに接続される。

【0040】従って、冷却媒体循環ポンプを作動させれば、冷却媒体入口33を介して、冷却水等の冷却媒体が燃料電池FC1～FC4の冷却流路に導入される。スタ

ック20等から熱を奪って昇温した冷却水等は、冷却媒体出口34、冷却媒体戻りラインを介して、ラジエータに戻される。冷却水等は、ラジエータで冷却され、冷却媒体循環ポンプによって再度、燃料電池FC1～FC4に対して供給される。これにより、燃料電池FC1～FC4の作動温度は、常に好適範囲（例えば、60℃～80℃程度）に保たれる。

【0041】ところで、燃料電池FC1～FC4の運転中、その作動温度は、負荷要求等に応じて、ある程度の広範囲にわたって変化し、また、燃料電池FC1～FC4に、振動や衝撃が作用することも考えられる。このため、この燃料電池装置1では、燃料ガスの漏洩や、単セルUCとセパレータSPとの接触不良等に起因する電気抵抗の増大化を防止する観点から、図4に示すように、各単セルUCと各セパレータSPとを締め付ける各締付ボルトVに、締付力を検出するための歪みゲージ（締付力検出手段）SGがそれぞれ1個ずつ取り付けられている。なお、各締付ボルトVに対する歪みゲージSGの取付位置は、任意に定めることができる。

【0042】各歪みゲージSGは、図6に示すように、タップ切換器Tを介して、ブリッジボックスBBに接続されている。すなわち、ブリッジボックスBBは、固定抵抗RA、RB、RC、電源E等を備えたホイートストーンブリッジ回路を有し、各歪みゲージSGは、タップ切換器Tを介して、未知抵抗RXに対応するように、ホイートストーンブリッジ回路に並列に接続される。これにより、図示しない切換機構等によってタップ切換器Tを切換操作すれば、歪みゲージSGの微小な抵抗値の変化を各締付ボルトVごとに電圧に変換することができる。なお、固定抵抗RA等を可変抵抗として、その抵抗値を変化させて検流計Gの指示値をゼロとした上で、タップ切換器Tを切り換え、検流計Gの指示値から、歪みゲージSGの微小な抵抗値の変化を測定してもよい。

【0043】ブリッジボックスBBは、図1に示すように、各燃料電池FC1～FC4毎に備えられており、（図1参照）、それぞれ演算処理部PUに接続されている。演算処理部PUは、CPU、ROM、RAM、記憶装置等を有し、ROM等に記憶されたプログラムに従って、各ブリッジボックスBBから受け取った信号、すなわち、各燃料電池FC1～FC4に備えられている歪みゲージSGの検出値から各締付ボルトVがスタック20等を締め付けている締付力を算出する。

【0044】また、演算処理部PUには、図1に示すように、出力装置9が接続されている。本実施形態では、燃料電池装置1の発電部2には、出力装置9として、図6に示すように、歪み計等の表示装置6、スピーカ7、及び、アラームランプ8が備えられている。演算処理部PUは、各ブリッジボックスBBから送られる信号に基づいて、適宜、表示装置6、スピーカ7、及び、アラームランプ8を作動させる。更に、演算処理部PUには、

10

20

30

40

50

通信ターミナルCTが接続されており、演算処理部PUで処理されたデータは、通信ターミナルCTにも送られる。

【0045】通信ターミナルCTは、CPU、バッテリー等を内蔵しており、いわゆるデータロガーとしても使用可能なものである。そして、通信ターミナルCTには、モデムMD1が接続されており、モデムMD1は、2回線式の公衆電話回線PTLを介して、管理センター10側に設けられた2体のモデムMD2、MD3と接続されている。管理センター10側では、通常、モデムMD2

がメインとして使用される。そして、モデムMD3は、モデムMD2の故障時等にバックアップとして使用される。

【0046】モデムMD2とモデムMD3とは、図1に示すように、管理センター10の管理コンピュータCCに接続されている。管理コンピュータCCは、CPU、ROM、RAM、記憶装置等を有する。そして、管理コンピュータCCは、通信ターミナルCT、モデムMD1、公衆電話回線PTL、モデムMD2等の通信手段を介して、発電部2側から送信される各種データに基づいて、発電部2の各燃料電池FC1～FC4の運転状況を管理し、締付ボルトVによる締付力の状態を監視する。また、管理コンピュータCCに、出力装置15が接続されている。出力装置15は、図示を省略するが、CRT等からなる表示装置、スピーカ、アラームランプ等からなる。なお、発電部2と管理センター10とを結ぶ通信手段は、公衆電話回線PTLに限られるものではなく、他の公共、又は、私営の無線通信手段を利用してもよい。

【0047】次に、上述した燃料電池装置1の動作について説明する。燃料電池装置1の運転が開始されると、発電部2の各燃料電池FC1～FC4に対して、改質器5から燃料ガスが、プロアBから空気が供給され、スタック20の各単セルUCにおいて所定の電気化学反応が進行し、各燃料電池FC1～FC4のアノード集電板22とカソード集電板23とから所望の起電力を得ることができる。この間、各燃料電池FC1～FC4の各締付ボルトVに取り付けられている歪みゲージSGから、検出値を示す信号が各ブリッジボックスBBを介して演算処理部PUに送られる。

【0048】演算処理部PUは、各ブリッジボックスBBから受け取った信号に基づいて、各燃料電池FC1～FC4の各締付ボルトVの締付力を算出し、表示装置（歪み計）6に表示させる。また、演算処理部PUは、各締付ボルトVの締付力を示すデータを作成し、作成したデータを通信用ターミナルCTに送る。また、演算処理部PUは、各歪みゲージSGの検出値が所定値以下になった際、スピーカ7から警告音を発生させると共に、アラームランプ8を点滅させる。

【0049】これにより、燃料電池装置1の発電部2で

は、各歪みゲージSGの検出値が予め定められている所定値（閾値）以下になった際、すなわち、単セルUC及びセパレータSPを始めとする各部材間の隙間や接触不良が許容範囲を超えた際に、出力装置9から所定の警告が発せられる。従って、燃料電池装置1（発電部2）のユーザは、スピーカ7から発せられる警告音や、点滅するアラームランプ8等から、燃料電池FC1～FC4の異常を確認し、該当する燃料電池FC1～FC4の運転を停止させたり、サービスエンジニアに連絡を取ったりすることが可能となる。

【0050】一方、上述したように、演算処理部PUによって作成された各締付ボルトVの締付力を示すデータは、発電部2側の通信ターミナルCTに送られる。また、通信ターミナルCTには、発電部2に設けられている他の制御装置（図示省略）から各燃料電池FC1～FC4に関する各種運転データが送られる。通信ターミナルCTは、モデムMD1、公衆電話回線PTL、モデムMD2を介して、これらのデータを各燃料電池FC1～FC4ごとに、管理センター10の管理コンピュータCCに順次転送する。

【0051】管理センター10の管理コンピュータCCは、発電部2の通信ターミナルCTから受け取った各種データを、出力装置15のうちの表示装置に常時表示させる。これにより、管理センター10のオペレータは、発電部2に配置されている各燃料電池FC1～FC4の締付ボルトVの締付力をモニタリングすることができ、また、管理コンピュータCCは、通信ターミナルCTから送信された各締付ボルトVの締付力を示すデータ（歪みゲージSGの検出値）が所定値以下になった際、出力装置15のスピーカから警告音を発生させると共に、アラームランプを点滅させる。

【0052】この結果、燃料電池装置1では、管理センター10においても、各歪みゲージSGの検出値が予め定められている所定値（閾値）以下になった際、すなわち、単セルUC及びセパレータSPを始めとする各部材間の隙間や接触不良が許容範囲を超えた際に、出力装置15から所定の警告が発せられる。従って、燃料電池装置1では、管理センター10側で、スピーカから発せられる警告音や、点滅するアラームランプ等によって、発電部2の燃料電池FC1～FC4の異常を確認し、管理センター10側から該当する燃料電池FC1～FC4の運転を停止させたり、サービスエンジニアを派遣したりすることが可能となる。この場合、該当する燃料電池FC1～FC4については、図5に示すように、サービスエンジニア等によってボルトテンショナVT等を利用した増し締めが行なわれる。これにより、該当する燃料電池FC1～FC4の再起動が可能となる。

【0053】このように、燃料電池装置1では、発電部2の出力装置9、及び、管理センター10の出力装置15を介して、燃料電池FC1～FC4の締付ボルトVに

よる締付力が低下することに起因して発生する単セルUC及びセパレータSPを始めとする各部材間の隙間や接触不良を容易に監視可能となる。そして、これら隙間や接触不良が許容範囲を超えた段階で、燃料電池装置1

(燃料電池FC1~FC4)の運転を停止し、各単セルUCと各セパレータSPとの再締付等、必要な対策を講じることができる。この結果、燃料電池装置1によれば、燃料電池FC1~FC4の作動中に、燃料ガス等の漏洩や接触不良等による電気抵抗の増大化を極めて確実に防止することが可能となり、運転中の安全性を良好に維持することができる。

【0054】また、燃料電池装置1では、出力装置9、15に、スピーカやアラームランプ等が含まれており、締付力検出手段としての歪みゲージSGの検出値が所定値以下になった際に、アラーム音が発せられ、アラームランプが点滅させられる。従って、出力装置9、15に警告を出力させるための閾値を適宜設定しておくことにより、締付力の監視作業の省力化を図ることができる。また、燃料電池装置1では、燃料電池FC1~FC4を利用した発電部2等を複数の家庭等に分散配置しても、一の管理センター10において、各発電部2を構成する燃料電池FC1~FC4の締付ボルトVの締付力を集中管理することが可能である。

【0055】なお、上述した各燃料電池FC1~FC4は、スタック20、アノード集電板22、カソード集電板23、絶縁板24、スタック締付板25、フランジ26、27等を締付ボルトV及びナットNを利用して一体に締め付けるものとして説明したが、これに限られるものではない。すなわち、各燃料電池FC1~FC4を、図2において二点鎖線で示すように、板ばね等からなる膜板35を利用して、スタック20やフランジ26、27等を一体に締め付けるものとして構成することも可能である。この場合、歪みゲージSGは、膜板35の表面又は裏面の任意の箇所に取り付け可能である。

【0056】また、上述した燃料電池装置1は、定置型の発電部2を含むものとして説明したが、これに限られるものではない。すなわち、燃料電池装置1は、車載型の装置として構成することも可能である。この場合は、図1に示す管理センター10は省略可能であり、発電部2の出力装置9として、車両のインストルメント・パネルに締付ボルトV等の締付力を示すインジケータや、締付力が低下した際に点灯、点滅させる警告表示部を設けると好ましい。

【0057】図7は、上述した燃料電池装置1に適用可能な他の燃料電池を示す部分断面図である。なお、上述した燃料電池FC1~FC4に関して説明した要素と同一の要素については同一の符号を付し、重複する説明は省略する。同図に示す燃料電池FCXは、上述した燃料電池FC1~FC4と同様に、単セルUCとセパレータSPとを複数積層させたスタック20、アノード集電板

22、カソード集電板23、絶縁板24、スタック締付板25を備える。一方、燃料電池FCXは、締付ボルトV及びナットNの代わりに、締付ケーシング36を備える。

【0058】締付ケーシング36は、金属等によって矩形枠状に形成されており、図7に示すように、その開口部内にスタック20を始めとする各構成部材が配置される。また、締付ケーシング36の両側の端部36aには、複数(例えば、4個)のねじ孔36bが所定間隔を隔てて形成されている。これら各ねじ孔36bには、比較的短尺のボルト37が螺合される。そして、ボルト37の先端部と、スタック締付板25の外表面との間には、皿ばね38が配置される。これにより、各ボルト37をスタック締付板25に対して前進するように各ねじ孔36b螺入すれば、各皿ばね38の厚さが弾性的に変化し、スタック20(各単セルUC及び各セパレータSP)、アノード集電板22、カソード集電板23、絶縁板24、スタック締付板25が一体に締め付けられることになる。

【0059】また、燃料電池FCXでは、図8に示すように、各皿ばね38に歪みゲージSGが取り付けられ、各歪みゲージSGは、上述した燃料電池FC1~FC4の場合と同様に、ブリッジボックスBBに接続される。そして、各歪みゲージSGの検出値は、演算処理部PUにて処理される(図6参照)。すなわち、燃料電池FCXでは、各皿ばね38の歪み量からスタック20等の締付力を求める。これにより、燃料電池FCXを用いても、各ボルト37及び各皿ばね38による締付力が低下することに起因して発生する単セルUC及びセパレータSPを始めとする各部材間の隙間や接触不良を容易に監視可能となる。また、各ボルト37とスタック締付板25との間に皿ばね38を配置することにより、ボルト37の緩みを防止可能となると共に、温度変化(燃料電池FCXの作動温度の変化)によるスタック20等の収縮を吸収することができる。

【0060】

【発明の効果】以上説明したように、本発明による燃料電池装置は、各単セルと各セパレータとを締め付ける締付部材と、締付部材による締付力を検出する締付力検出手段と、締付力検出手段による検出結果を出力するための出力手段とを備える。そして、本発明による燃料電池装置の運転方法では、各単セルと各セパレータとを締め付ける締付部材に、締付力を検出する締付力検出手段を設け、締付力検出手段による検出結果を出力手段に出力させる。この結果、燃料電池の作動中に、燃料ガス等の漏洩や接触不良等による電気抵抗の増大化を極めて確実に防止可能となり、燃料電池装置の安全性を高く確保することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による燃料電池装置を示す系統図であ

る。

【図2】図1の燃料電池装置に備えられた燃料電池を示す斜視図である。

【図3】図2に示す燃料電池の構成を説明するための断面図である。

【図4】図1の燃料電池装置に備えられた燃料電池の側面図である。

【図5】図5(a)は、図3に示すセバレータをアノード側からみた平面図であり、図5(b)は、図3に示すセバレータをカソード側からみた平面図である。

【図6】図2及び図4等に示す燃料電池に設けられている各締付ボルトの締付力を検出するための構成を説明するブロック構成図である。

【図7】図1の燃料電池装置に適用可能な他の燃料電池を示す概略構成図である。

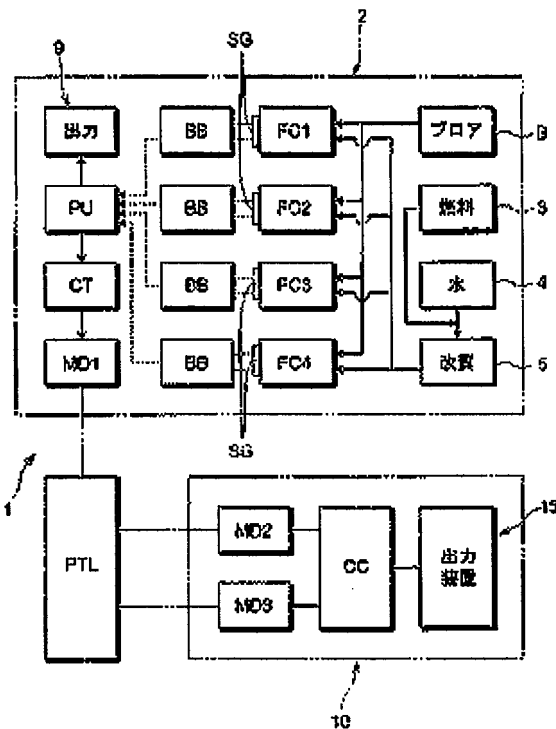
【図8】図7に示す燃料電池装置の要部拡大図である。

【符号の説明】

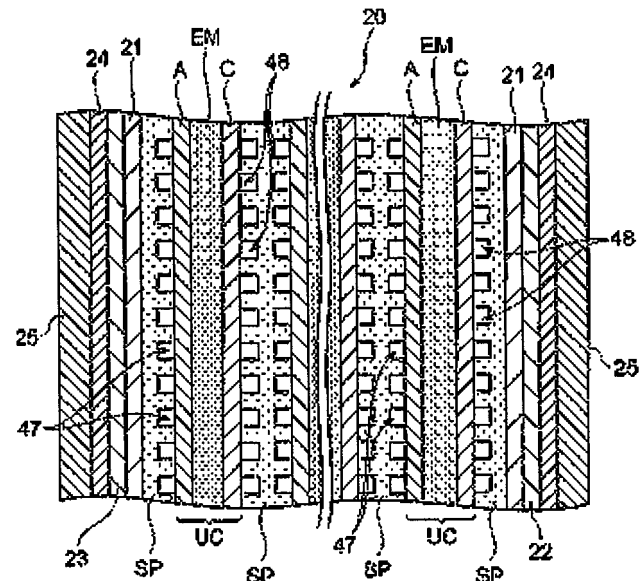
*

* 1…燃料電池装置、2…発電部、5…改質器、6…表示装置、7…スピーカ、8…アラームランプ、9…出力装置、10…管理センター、15…出力装置、20…スタック、22…アノード集電板、23…カソード集電板、24…絶縁板、25…スタック締付板、26、27…フランジ、35…隣板、36…締付ケーシング、36a…鋸部、36b…ねじ孔、37…ボルト、38…皿ばね、47…燃料ガス流路、48…空気流路、A…アノード、B…ブロア、BB…ブリッジボックス、C…カソード、CC…管理コンピュータ、CT…通信ターミナル、EM…電解質膜、FC1、FC2、FC3、FC4、FCX…燃料電池、G…検流計、MD1、MD2、MD3…モデム、N…ネット、PTL…公衆電話回線、PU…演算処理部、SG…歪みゲージ、SP…セバレータ、T…タッパ切替器、UC…単セル、V…締付ボルト、VT…ボルトテンシナ。

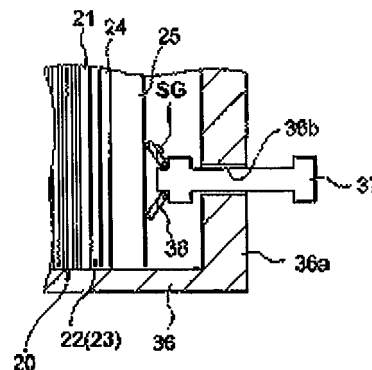
【図1】



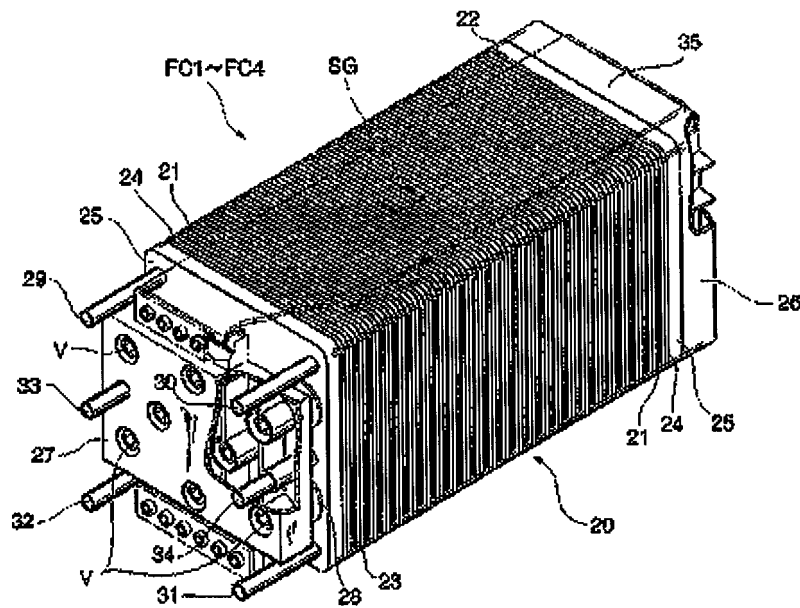
【図3】



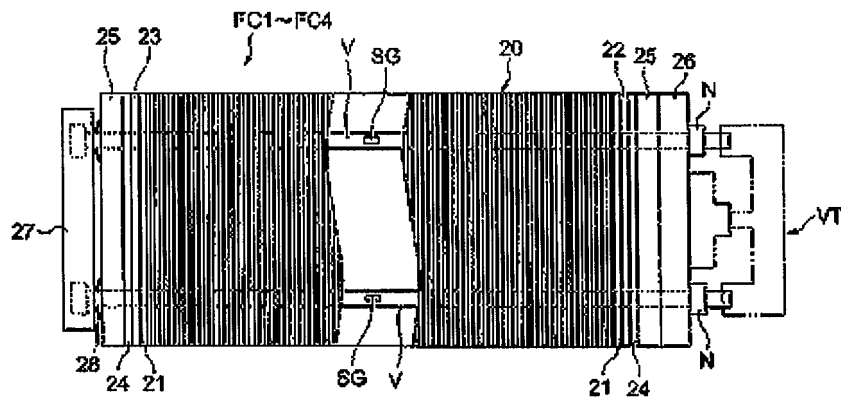
【図8】



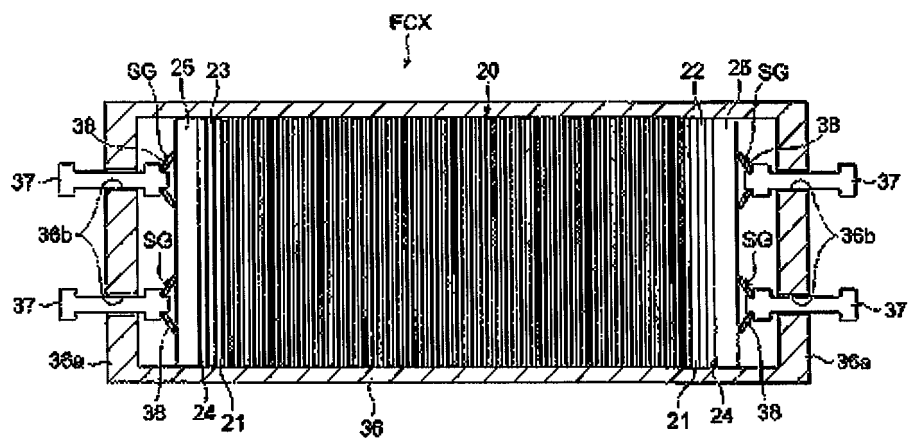
【圖2】



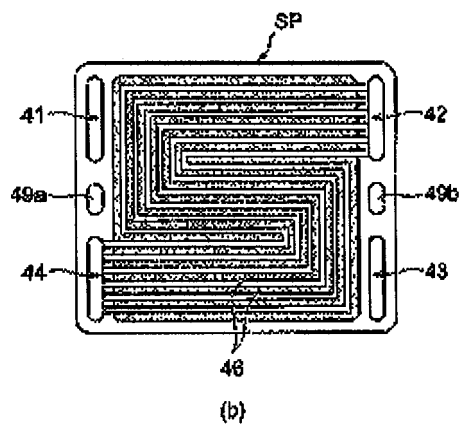
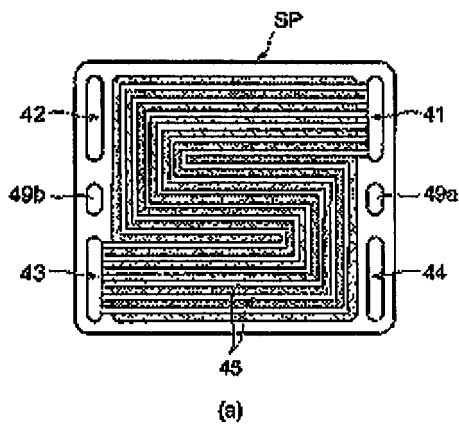
【图4】



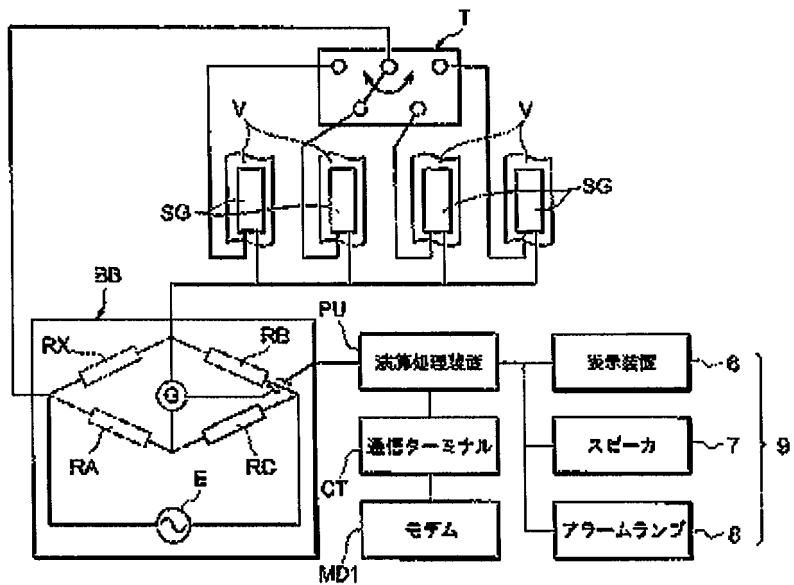
【图 7】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 藤川 圭司
 広島県広島市西区観音新町四丁目6番22号
 三菱重工業株式会社広島研究所内

Fターム(参考) 5H026 AA06 BB02 HH09